

2000 P 23439 DE

1

Beschreibung

Verfahren zum Erzeugen eines Auslösesignals nach dem Strom-
differentialschutzprinzip und Stromdifferentialschutzanord-
5 nung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen ei-
nes Auslösesignals nach dem Stromdifferentialschutzprinzip
bei einem Fehler auf einem Abschnitt eines elektrischen Ener-
gieversorgungsnetzes, bei dem Differenzstromwerte auf Über-
10 schreiten eines vorgegebenen unteren Grenzwertes des Diffe-
renzstromes (Differenzstromgrenzwert) sowie auf Überschreiten
mit einem Kennlinienfaktor bewerteter Stabilisierungsstrom-
werte überwacht werden und das Auslösesignal erzeugt wird,
15 wenn gleichzeitig positive Ergebnisse beider Überwachungen
vorliegen.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der deutschen Patentschrift
DE 44 36 254 C1 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wer-
20 den mittels Stromwandlern Ströme an den Enden eines Abschnit-
tes eines elektrischen Energieversorgungsnetzes erfasst, der
auf das Auftreten eines inneren Fehlers zu überwachen ist.
Die mittels der Stromwandler gewonnenen Ströme werden bei dem
bekannten Verfahren in einer Messwertvorverarbeitungseinrich-
25 tung in effektivwertproportionale Messgrößen umgewandelt, mit
denen Differenz- und Stabilisierungsstromwerte gewonnen wer-
den. Um einen Fehler auf dem zu überwachenden Abschnitt eines
Energieversorgungsnetzes zu erfassen, werden Differenzstrom-
werte auf Überschreiten eines vorgegebenen unteren Grenzwert-
30 tes des Differenzstromes (Differenzstromgrenzwert) sowie auf
Überschreiten mit einem Kennlinienfaktor bewerteter Stabili-
sierungsstromwerte überwacht; es wird das Auslösesignal er-

2000 P 23439 DE

2

zeugt, wenn gleichzeitig positive Ergebnisse beider Überwachungen vorliegen.

- 10061451.020402
- 5 Besondere Vorkehrungen müssen bei dem bekannten Verfahren gegen Fehlauseinschaltungen infolge von Sättigungserscheinungen in den Stromwandlern getroffen werden. Stromwandler übertragen nämlich unter Umständen nur für jeweils einen begrenzten kurzen Zeitraum jeder Periode die Messwerte einwandfrei, weil sie bei größeren Stromwerten in Sättigung gehen. Durch die
- 10 Sättigungserscheinungen in den Stromwandlern können an sich bezüglich des zu überwachenden Abschnittes außenliegende Fehler irrtümlicherweise als innere Fehler eingestuft werden, was dann zu unerwünschten Auslösungen führen kann. Um dem vorzubeugen, ist bei dem bekannten Verfahren nach dem Strom-
- 15 differentialschutzprinzip dafür gesorgt, dass nach Feststellen eines außen liegenden Fehlers im Zustand ungesättigter Stromwandler die Ausgabe eines Auslösesignals blockiert wird. Das Blockieren wird dabei nicht für eine fest vorgegebene Zeit vorgenommen, sondern erfolgt von einem von den jewei-
- 20 ligen Verhältnissen abhängigen Zeitpunkt an für eine vorgegebene Zeitdauer. Nach Ablauf dieser Zeitdauer kann das bekannte Verfahren dann wieder auf einen inneren Fehler ansprechen.
- 25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erzeugen eines Auslösesignals nach dem Stromdifferentialschutzprinzip vorzuschlagen, mit dem bei einem inneren Fehler schnell und zuverlässig - unter Vermeidung von Fehlauseinschaltungen bei äußeren Fehlern mit Wandlersättigung - ein Auslöse-
- 30 signal erzeugt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden bei einem Verfahren der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäß die Differenzstromwerte

2000 P 23439 DE

3

- und die Stabilisierungsstromwerte Stabilisierungsstrommomentanwerte mit Momentanwerten der am elektrischen Energieversorgungsnetz erfassten Ströme errechnet, und es wird eine dem Differentialquotienten des Stabilisierungsstromes nach der
- 5 Zeit proportionale erste Messgröße gebildet und in einem Auswertungsvorgang überprüft, ob diese erste Messgröße einen vorgegebenen Grenzwert des Differentialquotienten des Differenzstromes nach der Zeit (Differenzstromquotientengrenzwert) überschreitet; es wird ferner eine dem Differentialquotienten
- 10 des Differenzstromes nach der Zeit proportionale zweite Messgröße gebildet und in einem weiteren Auswertungsvorgang überprüft, ob die zweite Messgröße den Differenzstromquotientengrenzwert übersteigt, und es wird das Auslösesignal erzeugt, wenn beide Auswertungsvorgänge gleichzeitig mit den beiden
- 15 Überwachungen positive Ergebnisse erbringen.

- Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens wird darin gesehen, dass durch die Verarbeitung von Momentanwerten der am elektrischen Energieversorgungsnetz erfassten
- 20 Ströme zunächst einmal der Rechenaufwand vergleichsweise gering gehalten werden kann. Dies wird noch dadurch gefördert, dass die Auswertungsvorgänge beim erfindungsgemäßen Verfahren relativ einfach ablaufen, so dass insgesamt der Rechenaufwand vergleichsweise gering ist. Andererseits besteht mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die vorteilhafte Möglichkeit, die
- 25 Rechenoperationen in vergleichsweise kurzen Abständen durchführen zu können, ohne eine relativ große Datenverarbeitungseinrichtung einsetzen zu müssen.
- 30 Um mit besonders hoher Sicherheit Fehlauflösungen bei äußeren Fehlern mit einhergehender Sättigung der Stromwandler auszu-schließen, wird bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens geprüft, ob die erste Messgröße gr-

2000 P 23439 DE

4

ßer als die zweite Messgröße ist, und ggf. das Auslösesignal erzeugt.

- 5 Ferner hat es sich zur weiteren Steigerung der Zuverlässigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens als vorteilhaft herausgestellt, wenn überprüft wird, ob die zweite Messgröße die mit dem Kennlinienfaktor bewertete erste Messgröße überschreitet; ggf. wird das Auslösesignal erzeugt.

- 10 Um bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zu verhindern, dass aufgrund von Impedanzunterschieden der Einspeisungen bei einem Fehler auf dem zu überwachenden Abschnitt des elektrischen Energieversorgungsnetzes ein scheinbarer Fehlerort außerhalb des Abschnittes erkannt wird, wird bei einer weiteren
- 15 vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils in einem Zeitbereich, in dem die erste Messgröße kleiner als Null wird, der kleinste Wert des Stabilisierungsstroms bestimmt wird, und jeweils in einem Zeitbereich, in dem die erste Messgröße größer als Null wird, ihr größter
- 20 Wert bestimmt wird; es wird überprüft, ob der Stabilisierungsstrom größer als das KMIN-Fache des kleinsten Wertes des Stabilisierungsstroms ist mit $1 < KMIN < \sqrt{2}$ sowie des 0,5fachen Wertes des größten Wertes ist und gegebenenfalls das Auslösesignal erzeugt.

25

- Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Auslösesignal erzeugt, wenn bei den Auswertungsvorgängen und den Überwachungen N_s -Mal hintereinander positive Ergebnisse erzielt worden sind, wobei N_s frei wählbar ist. Damit lässt sich eine Schnellauslösung bewirken,
- 30 wenn N_s sehr klein, z. B. $N_s=1$ oder $N_s=2$ gewählt wird.

2000 P 23439 DE

5

Lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren keine Schnell-
auslösung erreichen, dann wird vorteilhafterweise beim Aus-
bleiben von Ns-Ergebnissen das Auslösesignal dann erzeugt,
wenn mindestens die Überwachungen Nz-Mal positive Ergebnisse
5 erbracht haben mit $Ns < Nz$.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es zur Vermeidung
von Fehlauflösungen ferner als vorteilhaft angesehen, wenn
beim Ausbleiben eines Auslösesignals ein internes Sperrsignal
10 erzeugt wird, wenn die erste Messgröße größer ist als der
Grenzwert dieser Größe, ferner die zweite Messgröße kleiner
ist als der mit dem k-Faktor bewertete Momentanwert der ers-
ten Messgröße und dabei der Momentanwert des Stabilisierungs-
stroms größer ist als ein Grenzwert, ein erster umbewerteter
15 Grenzwert, ein zweiter umbewerteter Grenzwert und ein als
Mittelwert aus vorangehenden Werten berechneter Vergleichs-
wert.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Stromdifferential-
20 schutzanordnung für einen Abschnitt eines elektrischen Ener-
gieversorgungsnetzes mit einer Messwertvorverarbeitungsein-
richtung, in der aus an den Enden des Abschnittes erfassten
Strömen fortlaufend jeweils Differenzstromwerte und diesen
jeweils zugeordnete Stabilisierungsstromwerte gebildet wer-
25 den, mit einer der Messwertvorverarbeitungseinrichtung nach-
geordneten Auswerteeinrichtung, in der der Differenzstrom
darauf geprüft wird, ob er einen vorgegebenen Differenzstrom-
grenzwert überschreitet, und mit einer Logikschialtung, die
eingangsseitig an die Auswerteeinrichtung angeschlossen ist
30 und einen Ausgang zur Abgabe eines Auslösesignals aufweist.
Eine solche Stromdifferentialschutzanordnung ist in der ein-
gangs bereits behandelten deutschen Patentschrift
DE 44 36 254 C1 beschrieben.

2000 P 23439 DE

6

- Um mit einer solchen Stromdifferentialschutzanordnung schnell und zuverlässig Auslösesignale bei einem inneren Fehler auf den zu überwachenden Abschnitt eines elektrischen Energieversorgungsnetzes gewinnen zu können, ist erfindungsgemäß die
- 5 Messwertvorverarbeitungseinrichtung so ausgebildet, dass sie Differenzstrommomentanwerte und Stabilisierungsstrommomentanwerte erzeugt; ferner ist einem mit Stabilisierungsstrommomentanwerten beaufschlagten ersten Differenzierer eine erste
- 10 Grenzwertstufe nachgeordnet, die eingangsseitig auch an einen Differenzstromquotientengrenzwert-Geber angeschlossen; es ist auch einem mit Differenzstrommomentanwerten beaufschlagten zweiten Differenzierer eine zweite Grenzwertstufe nachgeordnet, die eingangsseitig auch an den Differenzstromquotienten-
- 15 Geber angeschlossen ist, und den Grenzwertstufen ist die Logikschaltung nachgeordnet, die beim Vorliegen von Ausgangssignalen der Grenzwertstufen das Auslösesignal erzeugt.

- Weitere vorteilhafte Ausgestaltung dieser Stromdifferentialschutzanordnung ergeben sich aus den Ansprüchen 9 bis 13, wobei darauf hinzuweisen ist, dass der Aufbau der erfindungsgemäßen Stromdifferentialschutzanordnung insgesamt zweckmäßigerweise durch eine Datenverarbeitungseinrichtung erfolgt.
- 25 Zur weiteren Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Stromdifferentialschutzanordnung ist in der
- Figur 1 ein Blockschaltbild zur Beschreibung des Ablaufs eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens und
- 30 in
- Figur 2 eine Ausführungsform einer Logikschaltung des Blockschaltbildes gemäß Figur 1

2000 P 23439 DE

7

wiedergegeben.

Die Figur 1 zeigt einen auf Fehler zu überwachenden Abschnitt E eines Energieversorgungsnetzes N, der von Stromwandlern W1 und W2 begrenzt ist. Mittels der Stromwandler W1 und W2 werden den Strömen durch die Primärwicklungen dieser Wandler proportionale Sekundärströme i_1 und i_2 gewonnen, die einer Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV mit nachgeordneter Auswerteeinrichtung AW zugeführt werden.

10

In dieser Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV sind u. a. Tiefpässe vorhanden, mit denen beispielsweise durch äußere elektromagnetische Beeinflussung verursachte Veränderungen der Ströme i_1 und i_2 eliminiert werden. Ferner werden in der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV Differenzstrommomentanwerte i_d gemäß der nachstehenden Gleichung (1) gebildet.

15

$$i_d = |\sum (i_1, i_2)| \quad (1)$$

In der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV werden auch Stabilisierungsstrommomentanwerte i_s gemäß der nachstehenden Gleichung (2) erzeugt.

$$i_s = \sum |i_1| |i_2| \quad (2)$$

25

Der Theorie nach lässt sich durch Betrachtung der Ströme i_d und i_s auf einen fehlerfreien Abschnitt E schließen, wenn der Differenzstrom i_d Null ist; ein Fehler auf dem Abschnitt E ist dann gegeben, wenn der Differenzstrom i_d genauso groß wie der Stabilisierungsstrom i_s ist. In der Praxis sind die Verhältnisse jedoch erheblich komplizierter, weil bei der Erfassung der Sekundärströme i_1 und i_2 Messfehler durch den Ein-

30

2000 P 23439 DE

8

- satz der Stromwandler W1 und W2 auftreten. Diese Messfehler sind dann besonders groß, wenn die Stromwandler W1 und W2 in die Sättigung gelangen, was bei einem Kurzschluss im Energieversorgungsnetz N mit einhergehenden Kurzschlussströmen der Fall sein kann.

In der Praxis wird deshalb im Falle eines Fehlers auf dem Abschnitt E angenommen, dass dann

$$10 \quad id > id_g \quad (5)$$

$$id > K \cdot i_s \quad (6)$$

- Dabei ist mit id_g ein Grenzwert des Differenzstromes id gemeint. Mit K ist ein Kennlinienfaktor bezeichnet, der in bekannter Weise in seiner Größe zwischen Null und 1 liegt. Mit diesem Kennlinienfaktor K wird berücksichtigt, dass Messfehler bei der Erfassung der Ströme i_1 und i_2 mit wachsendem Strom auf dem Abschnitt E größer werden können, dass über den Abschnitt E fließende normale Lastströme dem Fehlerstrom überlagert sein können und unterschiedliche Impedanzen angeschlossener Leitungen Phasenunterschiede bewirken können. Unter den üblichen Betriebsverhältnissen der Netze kann eine ausreichende Stabilität einer mit diesen Kriterien arbeitenden Stromdifferentialschutzanordnung erreicht werden, wenn der Differenzstromgrenzwert id_g und der Kennlinienfaktor K hoch genug eingestellt werden; dabei ist aber zu beachten, dass eine für den Anwendungsfall befriedigende Empfindlichkeit gesichert sein muss, indem diese Größen niedrig genug eingestellt werden.

Den Gleichungen (5) und (6) ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 dadurch Rechnung getragen, dass an einen Diffe-

2000 P 23439 DE

9

- renzstrommomentanwerte id führenden Ausgang A1 der Messvor-
verarbeitungseinrichtung MV mit einem Eingang eine Ver-
gleichsanordnung VA1 der Auswerteeinrichtung AW angeschlossen
ist; mit ihrem anderen Eingang ist die Vergleichsanordnung
- 5 VA1 an einen Grenzwertgeber Glg angeschlossen, der an seinem
Ausgang eine dem Differenzstromgrenzwert igd proportionale
Messgröße abgibt. Außerdem ist an den Ausgang A1 der Mess-
wertvorverarbeitungseinrichtung MV eine weitere Vergleichsan-
ordnung VA2 mit ihrem einen Eingang angeschlossen; ein weite-
rer Eingang dieser weiteren Vergleichsanordnung VA2 ist über
- 10 eine Bewertungsstufe B mit einem weiteren Ausgang A2 der
Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV verbunden; an diesem
Ausgang A2 treten Stabilisierungsstrommomentanwerte is auf.
- 15 Ist die Gleichung (5) erfüllt, dann wird von der Vergleichsan-
ordnung VA1 ein Betätigungssignal an einen Eingang E1 einer
Logikschaltung L abgegeben, die der Auswerteeinrichtung AW
nachgeordnet ist. Ist die Gleichung (6) erfüllt, dann liefert
die weitere Vergleichsanordnung VA2 ein Betätigungssignal an
- 20 einen Eingang E2 der Logikschaltung L.

- Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird von der Logik-
schaltung L, deren Funktion später noch im einzelnen be-
schrieben wird, nicht bereits dann ein Auslösesignal A er-
zeugt, wenn an beiden Eingängen E1 und E2 Betätigungssignale
- 25 der Vergleichsanordnungen VA1 und VA2 anstehen, sondern es
müssen zur Ausgabe des Auslösesignals A noch weitere - unten
näher beschriebene - Bedingungen erfüllt sein.
- 30 Zur Überprüfung der weiteren Bedingungen ist an den weiteren
Ausgang A2 der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV ein
erster Differenzierer DS angeschlossen, der an seinem Ausgang
eine dem Differentialquotienten des Stabilisierungsstromes is

2000 P 23439 DE

10

nach der Zeit proportionale erste Messgröße i_{sd} erzeugt.
Diese erste Messgröße i_{sd} wird einem Eingang einer ersten
Grenzwertstufe G_s zugeführt, die mit ihrem anderen Eingang an
einem Differenzstromquotientengrenzwert-Geber G_l liegt. Mit
5 diesem Geber G_l wird ein Grenzwert des Differentialquotienten
des Differenzstromes i_d nach der Zeit vorgegeben, der im Fol-
genden kurz mit Differenzstromquotientengrenzwert i_{gd1} be-
zeichnet wird. Ist die erste Messgröße i_{sd} größer als der
Differenzstromquotientengrenzwert i_{gd1} , gilt also die Bezie-
10 hung (7)

$$i_{sd} > i_{gd1}$$

(7)

dann wird von der ersten Grenzwertstufe G_s ausgangsseitig an
15 einen Eingang E_3 der Logikschaltung L ein weiteres Betäti-
gungssignal abgegeben.

Auch dem einen Ausgang A_1 der Messvorverarbeitungseinrichtung
MV ist ein zweiter Differenzierer D_d nachgeordnet, der an
20 seinem Ausgang eine zweite Messgröße i_{dd} erzeugt, die dem
Differentialquotienten des Differenzstromes i_d nach der Zeit
entspricht. Diese zweite Messgröße i_{dd} liegt an einem Eingang
einer zweiten Grenzwertstufe G_d , deren anderer Eingang eben-
falls mit dem einen Geber G_l verbunden ist. Ist die zweite
25 Messgröße i_{dd} größer als der Differenzstromgrenzwert i_{gd1} ,
gilt also die nachstehende Gleichung (8)

$$i_{dd} > i_{gd1}$$

(8)

dann wird von dieser zweiten Grenzwertstufe G_d an einen Ein-
gang E_4 der Logikschaltung L ein zusätzliches Betätigungs-
signal abgegeben.

2000 P 23439 DE

11

- Durch die zusätzlichen Signale an den Eingängen E3 und E4 ist das erfindungsgemäße Verfahren schon vergleichsweise sicher in Bezug auf unerwünschte Fehlauslösungen geworden, es lässt sich jedoch in seiner Funktionsweise im Hinblick auf die Vermeidung von Fehlauslösungen noch sicherer gestalten, wenn
- 5 eine weitere Beziehung (9) berücksichtigt wird, die nachstehend aufgeführt ist.

 $isd > idd$

(9)

10

- In der Figur 1 ist dazu ein erster Komparator K1 vorgesehen, der mit seinem einen Eingang an dem Ausgang des zweiten Differenzierers Dd liegt und somit mit der zweiten Messgröße idd beaufschlagt ist; ein weiterer Eingang des ersten Komparators
- 15 K1 ist an den Ausgang des einen Differenzierers Ds angeschlossen und daher mit der einen Messgröße isd beaufschlagt. Ist die obige Beziehung (9) erfüllt, dann gibt der eine Komparator K1 ein zusätzliches Betätigungssignal an einen Eingang E5 der Logikschaltung L ab.

20

An einen weiteren Eingang E6 der Logikschaltung L liegt mit seinem Ausgang ein zweiter Komparator K2, der zur Auswertung der nachstehenden Beziehung (10) dient.

25 $idd > K \cdot isd$

(10)

- Zu diesem Zweck ist der zweite Komparator K2 mit einem Eingang an den Ausgang des zweiten Differenzierers Dd angeschlossen. Ein weiterer Eingang des zweiten Komparators K2
- 30 ist über eine Umwertungsstufe U1 an den Ausgang des ersten Differenzierers Ds angeschlossen. Ist die Bedingung (10) erfüllt, dann gibt der zweite Komparator K2 ein Betätigungssignal an den Eingang E6 der Logikschaltung L ab.

2000 P 23439 DE

12

- Ferner ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 eine Prüfschaltung P vorgesehen, die mit ihrem Eingang am Ausgang des zweiten Differenzierers Dd liegt und überprüft, ob die
- 5 zweite Messgröße i_{dd} größer als Null ist. Ist dies der Fall, dann gibt sie einen Impuls an einen Eingang E7 der Logikschaltung L ab. Ein weiterer Eingang E8 der Logikschaltung L ist mit einem Ausgang einer Vergleicherstufe VS verbunden. Diese ist an einem Eingang mit dem Stabilisierungsstrom i_s
- 10 beaufschlagt, während ihr anderer Eingang über eine Bewertungseinrichtung BE mit einer Ermittlungseinrichtung U verbunden ist; diese ist eingangsseitig mit dem Stabilisierungsstrom i_s beaufschlagt und stellt den aktuell kleinsten Wert i_{smin} und des größten Wertes i_{smax} des Stabilisierungsstroms
- 15 i_s fest. Ist die nachstehende Beziehung (11) erfüllt,

$$0,5 i_{smax} < i_s < KMIN \cdot i_{smin} \quad (11)$$

- 20 dann wird von der Vergleichsstufe VS ein Signal über den Eingang E8 an die Logikschaltung L abgegeben.

- Die Logikschaltung L weist außerdem Eingänge E11, E12, E13, E14 und E15 auf. An den Eingang E11 ist eine erste Vergleicherstufe V1 angeschlossen, die eingangsseitig an den Ausgang A2 der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV und einen zweiten Grenzwertgeber G2g angeschlossen ist. Die Vergleicherstufe V1 überprüft, ob die Beziehung (12) eingehalten ist:

- 30 $i_s > i_{sh} \quad (12)$

2000 P 23439 DE

2000 P 23439 DE

13

Ist dies der Fall, dann wird ein Sperrsignal an den Eingang E11 abgegeben.

An den Eingang E12 ist eine zweite Vergleichsstufe V2 mit ihrem Ausgang angeschlossen; mit ihrem einen Eingang ist die zweite Vergleichsstufe V2 über eine Umwertungsstufe U2 (Faktor $1/K$) an den Grenzwertgeber Glg für den Differenzstromquotientengrenzwert idg angeschlossen, während der andere Eingang direkt mit dem Stabilisierungsstrom is beaufschlagt ist.

- 10 Es wird somit mit der zweiten Vergleichsstufe V2 anhand eines ersten unbewerteten Grenzwertes idg/K die folgende Bedingung (13) überprüft:

$$is > idg / K \quad (13)$$

15

Ist diese Bedingung und gleichzeitig mit einem zweiten unbewerteten Grenzwert $1,5 \cdot idg$ die Bedingung $is > 1,5 \cdot idg$ erfüllt, dann tritt am Eingang E12 der Logikschialtung L ein Sperrsignal auf.

20

Eine dritte Vergleichsstufe V3 ist eingangsseitig einerseits mit dem Ausgang des ersten Differenzierers DS und andererseits mit dem Ausgang des zweiten Gebers G2 verbunden; ausgangsseitig ist die dritte Vergleichsstufe V3 mit dem Eingang E13 der Logikschialtung L verbunden und gibt an diese ein Sperrsignal dann ab, wenn die folgende Bedingung (14) erfüllt ist:

25

$$isd > igd2 \quad (14)$$

30

Eine vierte Vergleichsstufe V4 ist eingangsseitig einerseits über eine weitere Umwertungsstufe U3 (Faktor KA) mit dem weiteren Ausgang A2 der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV

2000 P 23439 DE

14

verbunden sowie andererseits direkt mit dem einen Ausgang A1 der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV. Ausgangsseitig ist die vierte Vergleichsstufe V4 mit einem Eingang E14 der Logikschaltung L verbunden und gibt an diesen Eingang ein

5 Sperrsignal ab, wenn die folgende Beziehung (15) erfüllt ist:

$$id < KA \cdot is \quad (15)$$

Schließlich wird mittels einer Vergleichereinrichtung VE

10 überprüft, ob die nachstehenden Beziehungen (16) und (17) erfüllt ist:

$$is > KMIN \cdot ismin \quad (16)$$

$$is > 0,5 \cdot ismax \quad (17)$$

15

Zu diesem Zwecke ist die Vergleichseinrichtung VE eingangsseitig direkt mit dem Ausgang A2 der Messwertvorverarbeitungseinrichtung MV verbunden; ausgangsseitig ist die Vergleichseinrichtung VE mit dem Eingang E15 der Logikschaltung

20 L verbunden. In der Vergleichereinrichtung wird ein berechneter Vergleichswert ermittelt, indem von dem Effektivwert des Stabilisierungsstromes $iseff$ ein Vergleichswert subtrahiert wird. Der berechnete Vergleichswert wird mit dem Momentanwert des Stabilisierungsstromes is verglichen.

25

Wie die Figur 2 erkennen lässt, weist die der Auswerteeinrichtung AW nachgeordnete Logikschaltung L eingangsseitig mehrere UND-Glieder UG1 bis UG5 auf, die in der aus der Figur 2 ersichtlichen Weise eingangsseitig mit den Eingängen E1 bis

30 E14 der Logikschaltung verbunden sind. Ist die erste Messgröße isd kleiner als der vorgegebene Differenzstromquotientengrenzwert $igdl$, und kleiner als die zweite Messgröße idd und übersteigt auch die zweite Messgröße idd diesen Grenzwert

10061454-020402

2000 P 23439 DE

15

nicht und ist sie kleiner als die mit dem Kennlinienfaktor k bewertete erste Messgröße isd , dann wird am Ausgang des UND-Gliedes UG5 ein Sperrglied B erzeugt, wenn die Bedingungen

$$5 \quad isd > igd2$$

$$idd > k \cdot isd$$

gegeben sind und gleichzeitig für den Momentanwert des Stabilisierungsstromes is gilt:

10

$$is > ish$$

$$is > idg / k$$

$$is > 1,5 \cdot idg$$

$$is > im$$

15

Dabei bezeichnet im einen Vergleichswert, der aus vorangehenden Effektivwerten des Stabilisierungsstromes is zuzüglich einem Schwellwert berechnet wird. Das Sperrsignal B trifft also bei einem äußeren Fehler bezüglich des zu überwachenden

20 Abschnitts E des Energieversorgungsnetzes N auf.

Mit dem Sperrsignal B wird einerseits ein weiteres UND-Glied UG6 und andererseits ein eine Schnellstufe bildender Zähler Z1 an seinem Rücksetzeingang beaufschlagt, so dass beim Auftreten des Sperrsignals B und einem Signal am Empfang E15 ein Zeitgeber ZG zurückgesetzt wird und auch der Zähler Z1 zurückgesetzt wird. Es wird damit ein weiterer Zähler Z2 wirksam, der als Zeitstufe wirkt und bei einem Zählerstand größer als der von einem Geber G22 vorgegebene Zählwert Nz über einen Vergleichler VZ2 und ein zusätzliches UND-Glied UG7 ein Signal an ein ODER-Glied OG abgibt.

25

30

10061454-020402

2000 P 23439 DE

16

Die Schnellstufe mittels des Zählers Z1 wird wirksam, wenn in einem nachgeschalteten Vergleicher VZ1 ermittelt wird, dass im Zähler Z1 ein Zählerstand erreicht ist, der größer als ein vorgegebener Zählwert Ns eines weiteren Gebers GZ1 ist. Ns

- 5 ist dabei erheblich kleiner als Nz gewählt. Ist der Zählerstand des Zählers Z1 größer als Ns, wird das Auslösesignal A erzeugt.

204020.15419001